

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER

ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

* * * * *
 UNTER MITWIRKUNG * DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-CEMENT-
 * * FABRIKANTEN * UND * DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS * *

VI. JAHRGANG.

NO 15.

Straßenbrücken in Eisenbeton über Schiffahrtskanäle.

Ausführungen und Planungen der Bauunternehmung Th. Möbus in Charlottenburg. Hierzu die Abbildungen Seite 63.

Wenn auch die Anlagekosten von Eisenbeton-Brücken nur unter besonderen Verhältnissen, bei höheren Preisen für Walzeisen, bei Ausführungen in abgelegenen Gegenden und wenn geeignetes Beton-Material an Ort und Stelle zur Verfügung steht, mit denjenigen von Eisenbrücken gleich sein oder diese unterschreiten werden, so wird in vielen Fällen doch die Ausführung einer Eisenbeton-Brücke wirtschaftlicher sein, sobald die Unterhaltungskosten mit in Betracht gezogen werden, die bei den Eisenbeton-Konstruktionen verschwinden, bei Eisenbauten oft recht bedeutend sind. Aber nicht nur die Unterhaltungskosten, sondern auch der Umstand, daß eine geregelte, sorgfältige Beaufsichtigung und Unterhaltung des Bauwerkes oft nicht genügend gesichert erscheint, wird dem Eisenbeton öfter den Vorzug verschaffen, der einer solchen kaum bedarf. Aus diesem Grunde ist dem Eisenbetonbau für die Brücken im Zuge von Straßen mit geringem Verkehr und in entlegeneren Gegenden ein weites Feld eröffnet, sobald aus örtlichen Verhältnissen, Gründen der Sparsamkeit oder konstruktiven Rücksichten auf den Bau einer massiv gewölbten Brücke verzichtet werden muß.

Ein Beispiel einer kleineren, sparsam ausgebildeten Straßenbrücke in Eisenbeton ist in den Abbildungen 1—6 dargestellt. Sie liegt im Zuge einer Straße untergeordneter Bedeutung und überschreitet die Einfahrt eines kleinen Hafens, der vom Müllroser (Friedrich-Wilhelm-) Kanal abzweigend in der Nähe von Finkenheerd für ein Braunkohlenwerk vor 2 Jahren erbaut worden ist. Die als korbbojenförmiges Gewölbe mit verlorenen Widerlagern ausgebildete Tragkonstruktion der zwischen den Geländern 6 m breiten Brücke ist aufgelöst in 4 Rippen von 70 cm Breite am Fuß, die sich mit abnehmender Stärke nach dem Scheitel zu verbreitern, dort auf 2 m Länge zu einem 20 cm starken durchlaufenden Gewölbe vereinen und anderseits auf eine durchlaufende Platte gegründet sind. Zwischen die Rippen ist längs der unteren Leibung und bis unter die Kanalböschung hinabreichend nur eine 10 cm starke Platte gespannt. Die nur 15 cm starken Stirnwände sind durch Rippen und Querriegel ausgesteift. Die Anordnung geht im übrigen zur Genüge aus den Abbildungen hervor.

Der Berechnung der Brücke ist ein Gewicht des Eisenbetons von 2300, der Ueberschüttung von 1700 kg/cbm und der Nutzlast von 400 kg/qm zugrunde gelegt. Die Kämpferfuge ist für das Gewölbe da angenommen, wo dieses aus der Erde tritt. Ungünstigste Beanspruchung des Rippenbetons bei einseitiger Belastung 36,7 kg/qcm, Eisenspannung 435 kg/qcm Druck bzw. 406 kg/qcm Zug. Beanspruchung des Betons der Gewölbeplatte 23,3 kg/qcm, Pressung des Untergrundes unter Fundamentplatte höchstens 2 kg/qcm. Mischungsverhältnis des Betons des Gewölbes und der Rippen 1 : 3, des Fundamentes 1 : 6. Das Material — scharfer grobkörniger Sand mit genügend feinen Teilen — wurde an Ort und Stelle gewonnen (was in den Kosten jedoch nicht berücksichtigt ist). Die Herstellung des Gewölbes, dessen Fundamente über Wasser liegen, konnte in einfacher Weise auf in den Erdboden eingeschnittener bzw. angestampfter Lehre erfolgen. Die Kosten des Brückenbauwerkes selbst betrugen 8800 M., einschl. der Erdrampen mit Kiesbefestigung der Fahrbahn 13200 M. Die Brückenfahrbahn selbst erhielt eine Art Zement-Makadam-Pflaster.

In Abbildung 6 sind auch die Ufermauern in Eisenbeton dargestellt, welche die Einfahrt bzw. den Hafen selbst begrenzen. Die 3,5 m hohe Hafen-Umschließung hat in 2,5 m Abstand 30 cm starke Rippen erhalten, zwischen

welche Kappen gespannt sind, sodaß die Erdlast mit zur Standfestigkeit herangezogen wird. Da im Friedrich-Wilhelm-Kanal unterhalb der Baustelle eine Staustufe liegt, so war es möglich, die Baugrube nach dem Unterwasser der Schleuse mit natürlichem Gefälle zu entwässern und die Arbeiten demgemäß im Trocknen auszuführen. Es wurde dabei zunächst nur ein Schlitz für die Mauern ausgehoben, sodaß die Schalung gegen die Wandung der Baugrube abgesteift werden konnte. Mischung des Betons 1 : 5, Kosten der Umfassung für den Hafen 70 M. für 1 m Länge, für die Einfahrt 53 M./m, d. h. billiger, als eine sorgfältig hergestellte Uferschalung in Holz.

In den Abbildungen 7—9 ist ferner ein beachtenswerter Entwurf zu einer Kanalbrücke dargestellt, bei deren Ausbildung der Grundsatz verfolgt ist, die erforderliche lichte Durchfahrthöhe auf eine möglichst große Breite frei zu halten, ohne hohe Zufahrtsrampen oder, wie bei flach gespannten Bogenbrücken, schwere und kostspielige Widerlager zur Aufnahme des Horizontalschubes ausführen zu müssen. Als Beispiel ist die Ueberbrückung eines Kanals von 20 m Sohlenbreite durch eine Brücke von 8 m Nutzbreite gewählt. Die Konstruktion zeigt Auslegerträger mit eingehängtem Mittelträger, der die verlangte Lichthöhe von 4,4 m auf 11 m Breite sichert. Der Mittelträger ist aus Plattenbalken gebildet, die an beiden Enden durch einen starken Querbalken verbunden werden, der auf einem eben-solchen Balken des Kragarmes frei aufruft. Ein Spielraum von 1 cm gestattet entsprechende Längsverschiebung bei Erwärmung. Die Konstruktionshöhe in Brückenmitte einschließlich Pflaster ist nur 1,15 m. Der in Rippen aufgelöste Kragarm ist im Untergurt gekrümmt, der rückwärtige Arm als Kastenträger ausgebildet und mit Ballast derart gefüllt, daß der Kragträger noch bei ungünstigster Belastung des Kragarmes gerade den Gleichgewichtszustand bewahrt. Den vorderen Stützpunkt des Kragträgers bildet ein auf Eisenbeton-Rammpfähle gegründeter Pfeiler, auf den sich ein als kräftige Wand ausgebildeter Querträger mit Wälzgeleisenstützt. Am Pfeiler ist der Treidelsteg, ebenfalls in Eisenbeton, ausgekragt. Das hintere Ende des Kragarmes, das der Böschung entsprechend abgeschrägt ist, ruht ebenfalls auf Rammpfählen, die, mit widerhakenartigen Ansätzen am Fuße versehen, als Zugpfähle ausgebildet sind in der Weise, wie das für die Eisenbeton-Bohlwerke bei den Erweiterungsbauten im Duisburg-Ruhrorter Hafen in großem Maßstabe geschehen ist (vergl. „Dtsche. Bauztg.“, Jahrg. 1909, I. Halbbd., S. 342). Solche Pfähle können erfahrungsgemäß eine Zugkraft von mindestens 15 t aushalten. Da die durchlaufenden Eisen dieser Pfähle mit ihren oberen Enden im Beton des hinteren Kragarmes fest verankert sind, ebenso die Eisen der den Pfeiler tragenden Pfähle in diesen, so ist also die Gleichgewichtslage des Systems auf alle Fälle gesichert. Dieses übt auf den Baugrund nur lotrechte, genau berechenbare Lasten aus, sodaß sich diese Brückenform besonders für schlechten Baugrund eignet. An Erdarbeiten und Masse der Pfeiler und Widerlager wird gegenüber anderen Konstruktionen erheblich gespart.

Der Berechnung sind für das gegebene Beispiel die bei Landstraßen-Brücken üblichen Radlasten bzw. Menschengedänge von 450 kg/qm für die Fahrbahn, 500 kg/qm für die z. T. ausgekragten Fußwege zugrunde gelegt; die Beanspruchung hält sich in den durch die preußischen Vorschriften gegebenen Grenzen. Auch erheblich größere Spannweiten lassen sich als Eisenbeton-Kragbalken ausbilden, jedoch nur mit über die Fahrbahn ansteigenden Hauptträgern. —

Mit dem Fortschreiten des Eisenbetonbaues wird auch die Anwendung der vierseitig aufgelagerten Platten eine immer größere. Da die Eisenbetondecken eine nach allen Richtungen tragfähige Konstruktion bilden, so ist es einleuchtend, daß sie sich, wenn Querwände oder Balken vorhanden sind, auch nach allen Richtungen abstützen werden. Daß die Tragfähigkeit einer solchen Platte bei richtiger Armierung bedeutend größer ist als einer nur zweiseitig aufgelagerten, kann man mit Sicherheit behaupten, nur enthalten leider die amtlichen Vorschriften diesbezüglich noch keine zur Dimensionierung brauchbare Angaben.

Die letzten Bestimmungen vom 24. Mai 1907 erwähnen nur, daß bei vierseitig aufgelagerten Platten die Dimensionierung nach der Formel $\frac{p l^2}{12}$ vorgenommen werden soll.

Es ist aber sicher, daß Niemand dieser Vorschrift Folge leisten wird; denn man wird die Platte nicht als vierseitig, sondern als einfache Decke auf mehreren Stützen (was doch fast immer zutrifft) rechnen. In diesem Falle kann man die

Dimensionierung nach $M_{\max} = \frac{p l^2}{14} + \frac{q l^2}{10}$ vornehmen und braucht nur eine Hauptarmierung vorzusehen.

Man umgeht zwar dadurch die amtliche Vorschrift, man schafft aber auch eine minder gute Konstruktion. Denn unabhängig von der Berechnungsweise wird eine quadratische Eisenbetondecke sich nach vier Seiten abstützen und es werden demnach auch nach diesen Seiten Biegungsspannungen auftreten, ob man es will oder nicht. Werden keine Eisen in der richtigen Lage vorgesehen, so wird die Sicherheit der Konstruktion bestimmt darunter leiden.

Die Sonderbestimmungen der Stadt Düsseldorf gestatten in richtiger Erkenntnis dieses Umstandes die Dimensionierung von vierseitig aufgelagerten Platten nach dem Maximalmomente:

$$M_{\max} = \frac{p}{24} \left(\frac{l_1 + l_2}{2} \right)^2 \text{ wenn } l_1 \text{ den Wert } \frac{3 l_2}{2}$$

nicht überschreitet. Sehr viel wird auch die sehr bequeme Formel von Bach:

$M = \frac{p a^2 b^2}{12 (a^2 + b^2)}$ gebraucht. Diese ist auch unter der Form $M = p \cdot \frac{a \cdot b \cdot c}{12 d}$ bekannt; hier bedeuten a, b die Seitenlängen, d die Diagonale und c die Senkrechte auf eine Diagonale.

Im Nachstehenden wollen wir zeigen, wie man auf ganz einfachem Wege Formeln ermitteln kann, welche unseres Erachtens zu einer vorteilhaften und sicheren Dimensionierung von mehrseitig aufgelagerten Platten führen.

a. Vierseitig aufgelagerte Platte.

Zunächst wollen wir den ganz allgemeinen Teil einer auf allen vier Seiten fest eingespannten rechteckigen Platte untersuchen. Die Belastung wird gleichmäßig verteilt gedacht und die Lastenverteilung auf den vier Seiten soll nach Abb. 1 angenommen werden. In allen folgenden Untersuchungen wird stets l_1 die kürzere und l_2 die längere Seite des Rechteckes bedeuten. Aus Abb. 1 ist ersichtlich, daß wir die vierseitige Platte in zwei einfache zerlegt haben. Die Decke mit der Spannweite l_1 wird

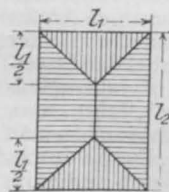


Abbildung 1.

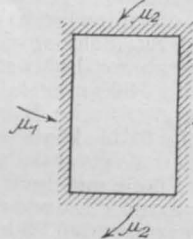


Abbildung 2.

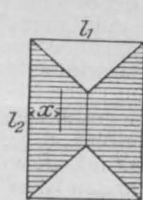


Abbildung 3.

durch die mit wagerechten Strichen schraffierte Fläche belastet, und die Decke mit der Spannweite l_2 durch die senkrecht schraffierte. Das längs der Wand l_2 auftretende Einspannungs-Moment soll mit μ_1 und längs der Wand l_1 mit μ_2 bezeichnet werden. (Siehe Abb. 2.)

Zur Bestimmung der statisch unbestimmten Werte μ_1 und μ_2 bedienen wir uns der vom Verfasser in der Z. d. Oesterr. Ing.-u. Ar.-V. 1903, Heft 44, entwickelten Gleichung, welche lautet:

1) $F_1 + \mu_1 l_1 = 0$ (1)

F_1 ist die Momentenfläche des statisch bestimmten Trägers für die entsprechende Belastungsart. Das Moment des frei aufliegenden Balkens von der Stützweite

l_1 und in einem Punkte im Abstände x vom linken Auflager ergibt sich nach Abbildung 3 zu:

$$\mathfrak{M} = \frac{p (2 l_2 - l_1)}{4} l_1 x - \frac{p x^2}{2} l_2 + \frac{p x^3}{3}$$

$$F_1 = 2 \int_0^{l_1} \mathfrak{M} dx = 2 \left[\frac{p l_1}{4} (2 l_2 - l_1) \frac{l_1^2}{8} - \frac{p l_2 l_1^3}{2 \cdot 24} + \frac{p l_1^4}{3 \cdot 64} \right]$$

$$= \frac{p l_1^3 l_2}{12} - \frac{5 p l_1^4}{96}$$

Aus Gleichung (1) ergibt sich dann:

$$\mu_1 = - \frac{p l_1^2 l_2}{12} + \frac{5 p l_1^3}{96}$$

und für einen Meter breiten Streifen ist:

$$\mu_1 = - \frac{p l_1^2}{12} + \frac{5 p l_1^3}{96 l_2}$$

Wird $l_2 = \infty$, d. h. die Platte kann sich nur auf 2 Seiten abstützen, dann bekommt man den bekannten Wert:

$$\mu_1 = - \frac{p l_1^2}{12}$$

ist $l_1 = l_2$, d. h. bei einer quadratischen Platte ist $\mu_1 = - \frac{p l_1^2}{32}$.

Das Moment in einem Punkte x ist:

$$M = \mu_1 + \mathfrak{M} = \mu_1 + \frac{p l_1}{4} (2 l_2 - l_1) x - \frac{p l_2}{2} x^2 + \frac{p x^3}{3}$$

Das Moment wird ein Maximum für:

$$\frac{dM}{dx} = 0 = \frac{l_1}{4} (2 l_2 - l_1) - l_2 x + x^2 = 0$$

$$\text{oder } x^2 - l_2 x + \frac{l_2 l_1}{2} - \frac{l_1^2}{4} = 0$$

$$x = \frac{l_2}{2} \pm \sqrt{\frac{l_2^2}{4} - \frac{l_2 l_1}{2} + \frac{l_1^2}{4}} = \frac{l_2}{2} \pm \frac{l_2 - l_1}{2} \text{ oder } x = \frac{l_1}{2}$$

Das positive Maximum tritt demnach stets in Plattenmitte auf und ist gleich:

$$M_{\max} = - \frac{p l_1^3}{32} + \frac{p l_1^2 l_2}{20}$$

und für einen Meter breiten Streifen ist

$$M_{\max} = - \frac{p l_1^3}{32 l_2} + \frac{p l_1^2}{24}$$

$$\text{für } l_2 = \infty \text{ ist } M_{\max} = \frac{p l_1^2}{24}, \text{ für } l_2 = l_1 \text{ ist } M_{\max} = \frac{p l_1^2}{96}$$

Die nach der Längsrichtung l_2 auftretenden Momente lassen sich wie folgt ermitteln:

$$\text{von } x = 0 \text{ bis } x = \frac{l_1}{2} \text{ ist } \mathfrak{M} = \frac{p l_1^2}{4} x - \frac{p l_1}{2} x^2 + \frac{p x^3}{3}$$

$$\text{von } x = \frac{l_1}{2} \text{ bis } x = \frac{l_2}{2} \text{ ist } \mathfrak{M} = \frac{p l_1^3}{24}$$

(siehe Abbildung 4)

$$F_1 = 2 \int_0^{l_1} \mathfrak{M} dx + 2 \int_{l_1}^{l_2} \mathfrak{M} dx$$

$$= 2 \left[\frac{p l_1^2}{4} \frac{l_1^2}{8} - \frac{p l_1 l_1^3}{2 \cdot 24} + \frac{p l_1^4}{3 \cdot 64} + \frac{p l_1^3 (l_2 - l_1)}{24} \right]$$

$$\text{oder } F_1 = - \frac{p l_1^4}{96} + \frac{p l_1^3 l_2}{24} \text{ und } \mu_2 = + \frac{p l_1^4}{96 l_2} - \frac{p l_1^3}{24}$$

$$\text{und für den lfm. ist } \mu_2 = + \frac{p l_1^3}{96 l_2} - \frac{p l_1^2}{24}$$

$$\text{für } l_2 = \infty \text{ ist } \mu_2 = - \frac{p l_1^2}{24}$$

$$, l_2 = l_1 , \mu_2 = \mu_1 = - \frac{p l_1^2}{32}$$

In einem Punkte x vom Auflager ist

$$M = \mu_2 + \frac{p l_1^2 x^2}{4} - \frac{p l_1}{2} x^2 + \frac{p x^3}{3}$$

$$\frac{dM}{dx} = 0 = \frac{l_1^2}{4} - l_1 x + x^2 = 0 \text{ oder } x = \frac{l_1}{2}$$

$$M_{\max} = \frac{p l_1^4}{96 l_2} - \frac{p l_1^3}{24} + \frac{p l_1^3}{24} = \frac{p l_1^4}{96 l_2}$$

Dieses Maximalmoment bleibt konstant von $x = \frac{l_1}{2}$

$$\text{bis } x = l_2 - \frac{l_1}{2}; \text{ für } l_2 = l_1 \text{ ist } M_{\max} = \frac{p l_1^2}{96}$$

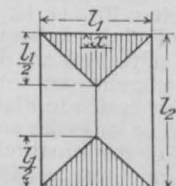


Abbildung 4.

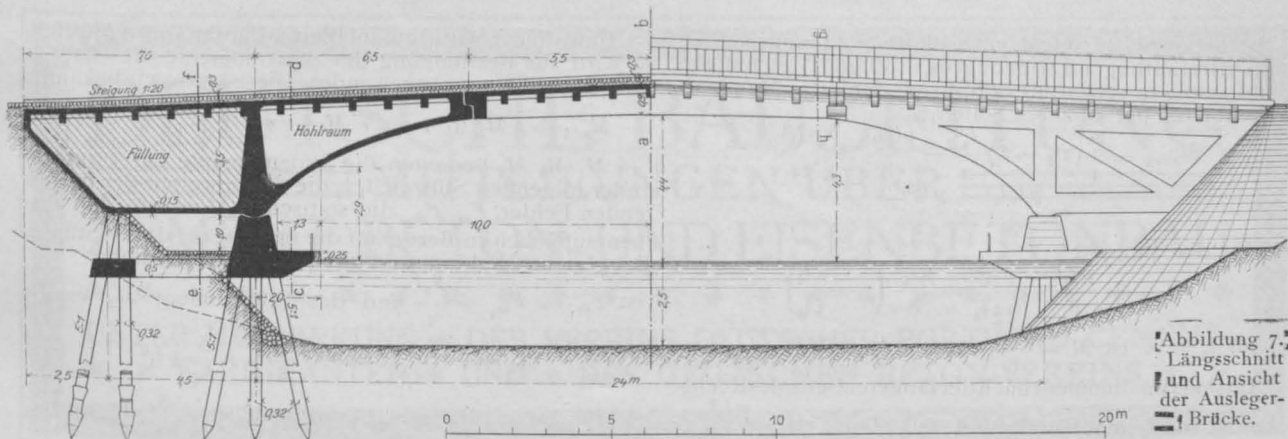


Abbildung 7.
Längsschnitt
und Ansicht
der Ausleger-
brücke.

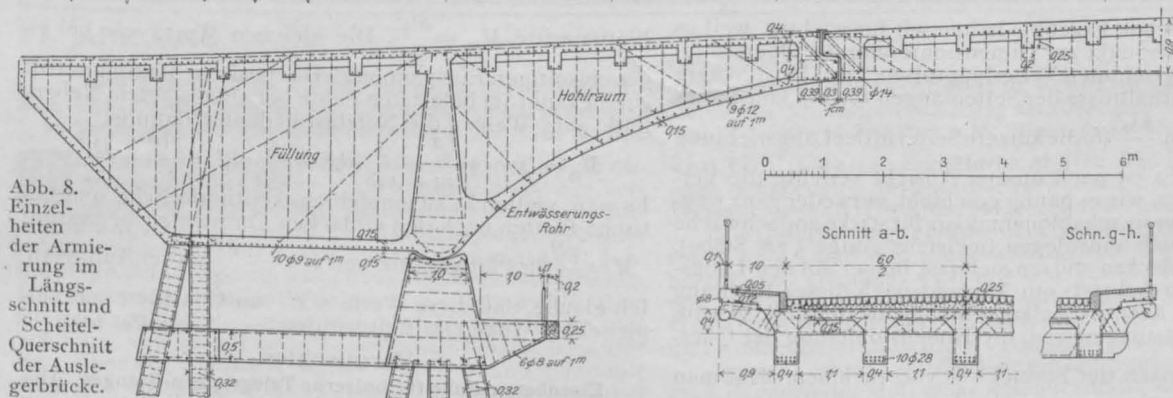


Abb. 8.
Einzel-
heiten
der Armie-
rung im
Längs-
schnitt und
Scheitel-
Querschnitt
der Ausleger-
brücke.

Abbildun-
gen 7—9.
Entwurf zu
einer Aus-
legerbrücke
in Eisenbe-
ton mit ge-
ringer Kon-
struktions-
höhe über
einen Schif-
fahrts-Kanal.

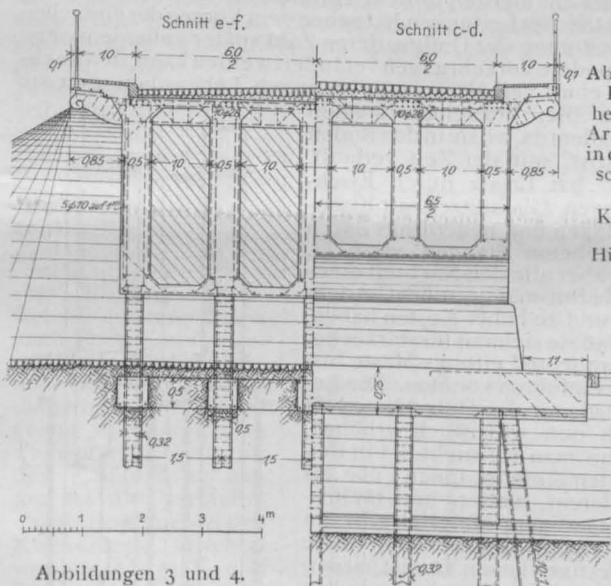


Abbildung 9.
Einzel-
heiten der
Armierung
in den Quer-
schnitten
durch
Kragarm
und Hinterarm.

Abbildung 1.
Lageplan des
Hafens und der
Brücke bei
Finkenheerd.

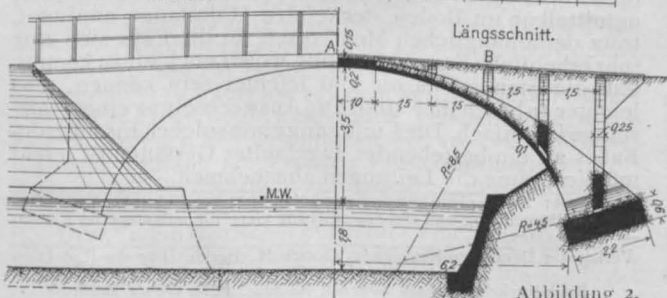
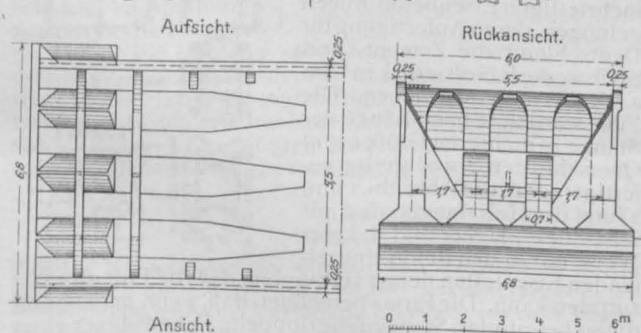
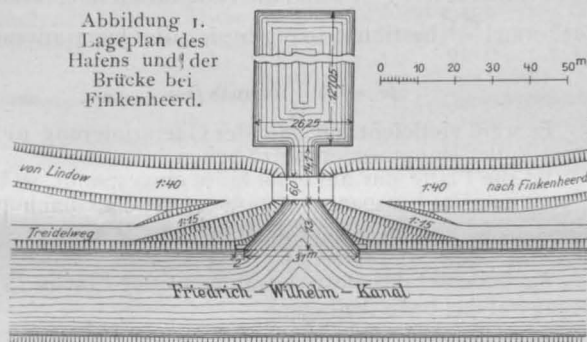


Abbildung 2.

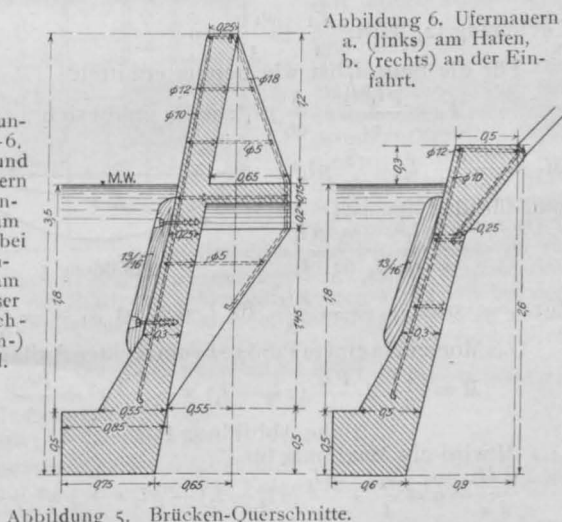


Abbildung 5. Brücken-Querschnitte.

Abbildung 6. Ufermauern
a. (links) am Hafen,
b. (rechts) an der Ein-
fahrt.

Abbildungen 1—6.
Brücke und
Ufermauern
in Eisenbe-
ton am
Hafen bei
Finken-
heerd am
Müllroser
(Friedrich-
Wilhelm-)
Kanal.

Straßenbrücken
in Eisenbeton
über Schifffahrts-
Kanäle.

Ausführungen und
Planungen der Bau-
unternehmung
Th. Möbus
in Charlottenburg.

Ist die vierseitig aufgelagerte Platte nicht eingespannt, sondern freiaufliegend, so genügt es, in obigen Gleichungen μ_1 und $\mu_2 = 0$ zu setzen; es ergibt sich dann das Maximalmoment nach der kürzeren Seite l_1 :

$$M_{\max} = \frac{p}{4} (2l_2 - l_1) \frac{l_1^2}{2} - \frac{p l_2 l_1^2}{8} + \frac{p l_1^3}{24} \\ = \frac{p l_1^3}{8} - \frac{p l_1^3}{12}$$

und für den lfm. ist:

$$M_{\max} = \frac{p l_1^2}{8} - \frac{p l_1^3}{12 l_2} = \frac{p l_1^2}{8} \left(1 - \frac{2 l_1}{3 l_2} \right)$$

$$\text{für } l_2 = \infty \text{ ist } M = \frac{p l_1^2}{8}, \text{ für } l_2 = l_1 \text{ ist } M_1 = \frac{p l_1^2}{24}$$

Das Maximalmoment nach der längeren Seite des Rechteckes ist von l_2 unabhängig und stets gleich: $M = \frac{p l_1^2}{24}$.

Dieses letzte Ergebnis halten wir für wichtig, weil es einen Anhaltspunkt zur Dimensionierung der Querarmierung, der sogenannten Verteilungsseisen, gibt. Unabhängig von dem Verhältnisse der Seitenlängen soll ein konstantes

Moment von $\frac{p l_1^2}{24}$ (l_1 die kürzere Seite) in der Längsrichtung

auftreten. Es ist nach unserer Ansicht verfehlt, die Verteilungsseisen, wie es häufig geschieht, entweder ganz wegzulassen oder sie schablonenmäßig für starke und schwache Decken gleich einzulegen (meistens einige 5 mm Stäbe). Eisenbetondecken stützen sich fast immer auf den Längsseiten ab, so daß stets ein Moment nach dieser Richtung auftritt. Da aber die Auflager nicht ganz frei sind, so wäre es vielleicht angemessen, die Dimensionierung der Quer-

armierung nach der Formel $\frac{p l_1^2}{36}$ vorzunehmen. Hat man z. B. die Stärke der Platte und die Hauptarmierung f_e nach der Formel $\frac{p l_1^3}{10}$ bestimmt, so ergibt sich die Querarmierung

$$f_e' = f_e \frac{10}{36} = 0,28 f_e.$$

Es wäre vielleicht gut, mit der Querarmierung nicht unter $\frac{1}{4}$ der Hauptarmierung zu gehen.

Ist die Platte nur auf einer Seite eingespannt, so bestimmt man das Einspannungsmoment aus der Gleichung:

$$F_1 = \frac{F_{m_1}}{l} + \frac{\mu_1 l}{3} \quad (2)$$

F_{m_1} bedeutet das statische Moment der Fläche F_1 in Bezug auf das linke Auflager.

Bei symmetrischer Belastung ist $F_{m_1} = \frac{F_1 l}{2}$ und obige

$$\text{Gleichung (2) wird: } \frac{F_1}{2} + \frac{\mu_1 l}{3} = 0$$

Für die Seite l_1 ist wie bereits ermittelt

$$F_1 = \frac{p l_1^3 l_2}{12} - \frac{5}{96} p l_1^4; \text{ dann ergibt sich}$$

$$M_1 = -\frac{p l_1^2}{8} l_2 + \frac{5}{64} p l_1^3$$

und für das lfm. ist:

$$\mu_1 = -\frac{p l_1^2}{8} + \frac{5}{64} \frac{p l_1^3}{l_2}$$

$$\text{für } l_2 = \infty \text{ ist } \mu_1 = -\frac{p l_1^2}{8}, \text{ für } l_2 = l_1 \text{ ist } \mu_1 = -\frac{3}{64} p l_1^2$$

Das Moment in einem Punkte x vom rechten Auflager ist:

$$M = \frac{\mu_1 x}{l} + \frac{p l_1}{4} (2 l_2 - l_1) x - \frac{p l_2}{2} x^2 + \frac{p x^3}{3}$$

[siehe Abbildung (5)].

M wird ein Maximum für

$$\frac{dM}{dx} = 0 = \frac{\mu_1}{l} + \frac{p l_1}{4} (2 l_2 - l_1) - p l_2 x + p x^2 = 0$$

oder

$$x^2 - x l_2 + \frac{3 l_2 l_1}{8} - \frac{11}{64} l_1^2 = 0; x = \text{rd. } \frac{2}{5} l_1$$

$$\text{für Plattenmitte ist } M_m = \frac{p l_1^2}{16} = \frac{p l_1^3}{22 l_2} \text{ und für die}$$

$$\text{quadratische Platte ist } M_m = \text{angenähert } \frac{p l_1^2}{50}$$

$$\text{Nach der Längsrichtung ist } \mu_2 = \frac{p l_1^4}{64 l_2} - \frac{p l_1^3}{16}$$

$$\text{und für die quadratische Platte ist: } \mu_2 = \mu_1 = -\frac{3}{64} p l_1^2$$

Sind die vierseitig aufgelagerten Platten kontinuierlich, so wird zur Bestimmung der Stützmomente die Clapeyron'sche Gleichung angewendet. Diese lautet wie bekannt:

$$M_1 l_1 + 2 M_2 (l_1 + l_2) + M_3 l_2 = -6 \left[\frac{F_{m_1}}{l_1} + \frac{F_{m_2}}{l_2} \right]$$

M_1, M_2, M_3 bedeuten die Stützmomente der 3 aufeinander folgenden Stützen, l_1, l_2 die Spannweiten der betreffenden Felder, F_{m_1}, F_{m_2} die statischen Momente der Momentenflächen in Bezug auf die erste bzw. dritte Stütze. Bei gleichen Feldern und gleichmäßiger Belastung

$$\text{ist } F_{m_1} = F_{m_2} = \frac{F_1 l}{2} \text{ und das Stützmoment } M_2 \text{ ergibt sich zu: } M_2 = -\frac{3 F_{m_1}}{l^2} = -\frac{p l_1^2 l_2}{8} + \frac{5}{64} p l_1^3$$

$$\text{und für die quadratische Platte ist } M_2 = -\frac{3}{64} p l_1^2 \text{ und in}$$

Plattenmitte $M_m = \frac{p l_1^2}{50}$. Die gleichen Werte wie bei einer einseitigen Einspannung. Das positive Maximum tritt wie bekannt im belasteten Felde bei unbelastetem Nebenfelde auf: Wenn q die Nutzlast bedeutet, dann ist:

$$M_m = (p + q) \frac{l_1^2}{24} - \frac{3}{128} p l_1^2 - \frac{3}{256} q l_1^2 = \frac{p l_1^2}{50} + \frac{q l_1^2}{32}$$

Es wäre vielleicht zu empfehlen, kontinuierliche quadratische Platten nach den einfachen Formeln zu bemessen:

$$M = \frac{p l^2}{32} \text{ in Plattenmitte und } M = -\frac{p l^2}{24} \text{ an den Auflagern.}$$

Ich glaube, daß diese Werte s. Z. von Considère auf empirischem Wege ermittelt wurden. — (Schluß folgt.)

Vermischtes.

Eisenbeton-Füße für hölzerne Telegraphen-Stangen. Die bisher am meisten übliche Holzstange für die Befestigung elektrischer Leitungen hat neben dem Vorzug der einfachen Befestigung der Drähte, deren Zahl später außerdem ohne besondere Vorkehrungen verändert werden kann, den Nachteil einer verhältnismäßig geringen Lebensdauer, da sie

trotz aller Vorsichtsmaßregeln vor allem da, wo sie in den Boden eintritt, mit der Zeit verfault. Man hat Ersatz durch Eisenstangen, Glasstützen mit Eiseninlagen und neuerdings durch Eisenbeton-Stangen versucht, die aber alle den Nachteil eines verhältnismäßig großen Gewichtes und zu hoher Kosten haben, sodaß sie sich nur für stärker beanspruchte Leitungs-Maste bisher einführen konnten. Die Lebensdauer der Holz-Maste läßt sich nun wesentlich erhöhen, wenn man sie nicht bis in den Boden einführt, ihnen Füße aus anderem, wetter- und fäulnisbeständigem Material gibt, an denen sie sich in einfacher Weise befestigen lassen. Das ist bei den mehrteiligen Eisenbeton-Füßen gelungen, deren Anfertigung für Deutschland die Zement- und Steinwerke E. Schwenk in Ulm a. D. übernommen haben. Die Füße werden je nach Länge der Stange in mehreren Größen und Querschnitten, 2- und 4teilig, gefertigt (vergl. die Abbildn. 1 und 2) und die Holzstangen sind mit ihnen in einfacher und sicherer Weise mit in den Beton eingreifenden Eisenteilen derart verbunden, daß die Luft allseitig Zutreten kann. Die Firma berechnet, daß, wenn man nur für die so befestigten Stangen die doppelte Lebensdauer einer unmittelbar im Boden steckenden Holzstange annimmt, trotz der anfänglichen Mehrkosten für die Füße sich eine sehr erhebliche Ersparnis ergibt, wobei noch hinzu kommt, daß die Stangen kürzer und leichter sein können, also leichter zu beschaffen sind. Die Auswechselung einer Holzstange ist einfach. Die Einfügung eines solchen Eisenbeton-Fußes an ein bestehendes angefaultes Gestänge ist leicht möglich, ohne die Leitungen abzunehmen. —

Inhalt: Straßenbrücken in Eisenbeton über Schiffahrtskanäle. — Beitrag zur Berechnung und Dimensionierung vierseitig aufgelagerter Platten. — Vermischtes. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortlich Fritz Eiselein, Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.